

CIENCIAHOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Civil Ciencia Hoy

Ejemplar en la Argentina \$80

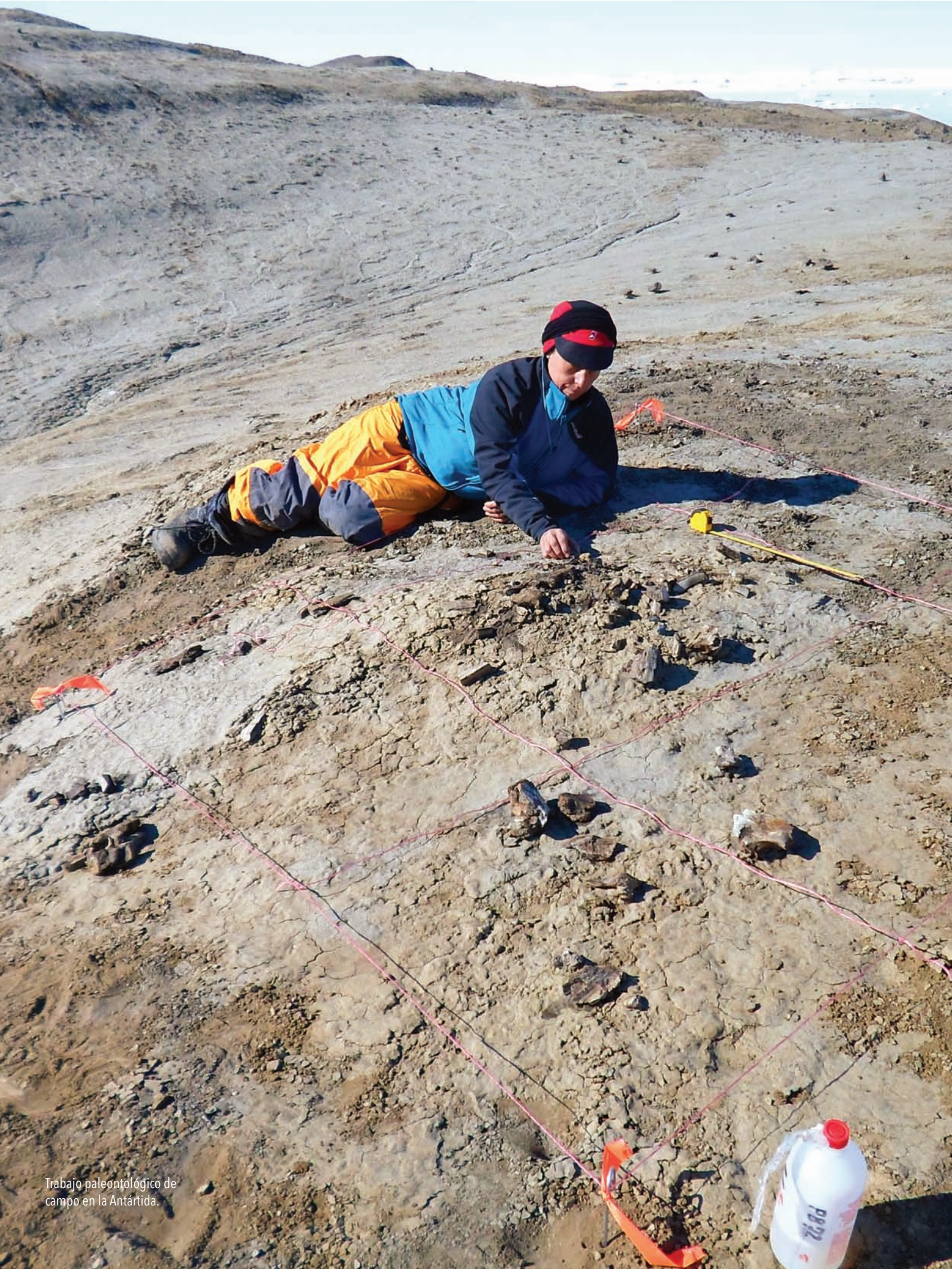
Volumen 25 número 148 marzo - abril 2016

Reptiles marinos en la Antártida



La Senda de los Beliches
¿Quiénes son realmente
nuestros ancestros?
La paloma torcaza





Trabajo paleontológico de campo en la Antártida.

Marta S Fernández

Marcelo Reguero

División Paleontología Vertebrados,
Museo de La Plata

Reptiles marinos en la Antártida

Animales que desaparecieron en la extinción masiva de especies acaecida a fines del Cretácico, hace unos 66 millones de años

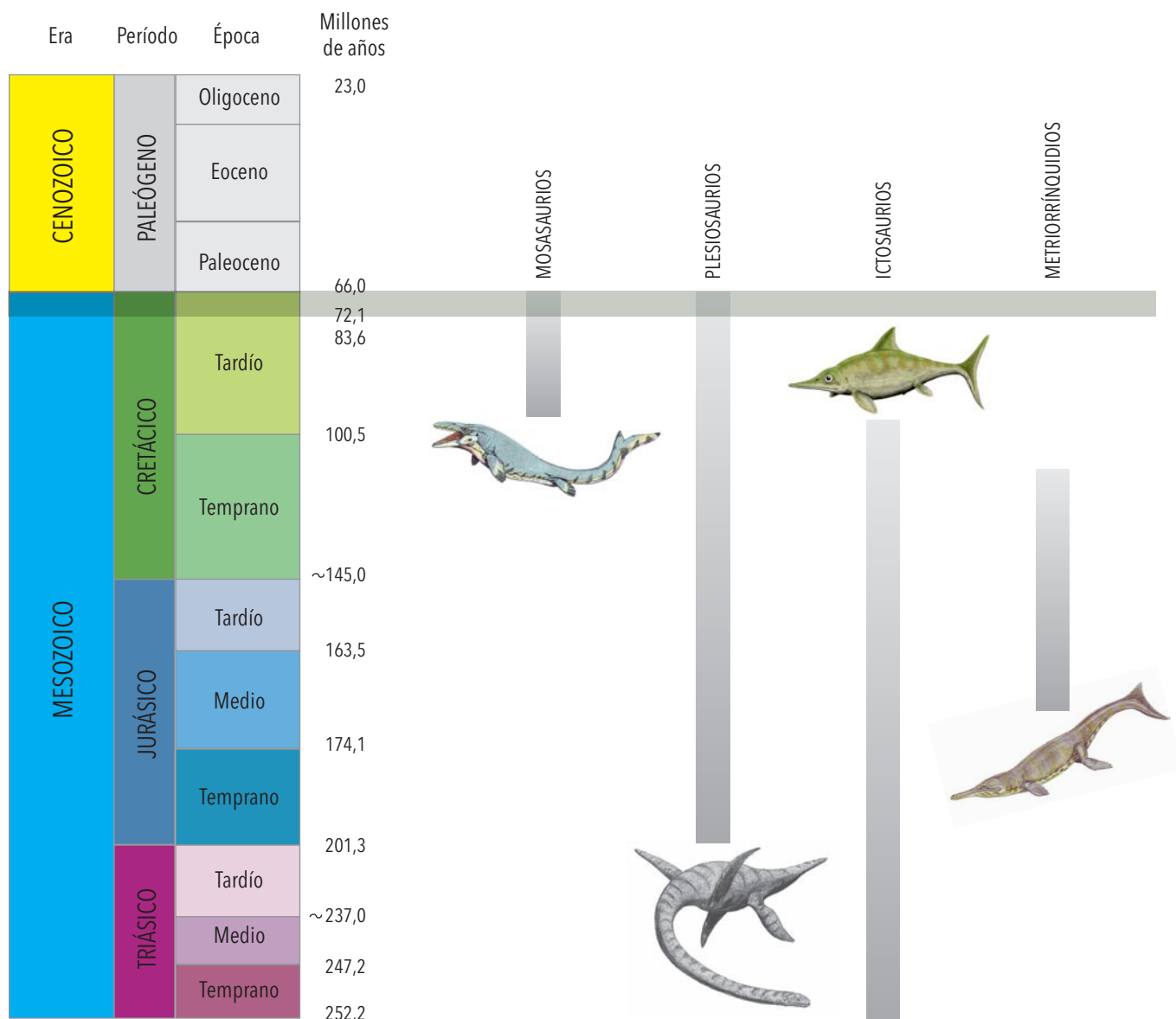
La mayoría de los reptiles actuales son terrestres o de agua dulce. Hay, sin embargo, algunos reptiles marinos, es decir, que pasan la mayor parte de su ciclo de vida en el mar. Pertenecen a dos grupos: los ofidios o serpientes, de los que aproximadamente 55 especies (de más de 3500) son marinas, y las tortugas, de las cuales 8 especies (de unas 300) son marinas. Casi todos los reptiles marinos actuales pueblan aguas tropicales o subtropicales; solo unos pocos habitan aguas más frías, por

ejemplo, la tortuga laúd gigante (*Dermochelys coriacea*), de hábitos buceadores, que llega en sus migraciones estivales hasta las costas de Nueva Escocia, en Canadá, a unos 44° de latitud norte.

También existen hoy reptiles a los que se califica impropriadamente de marinos, que viven en las costas y entran en el mar, pero pasan la mayor parte de su tiempo en tierra o en aguas dulces. Entre estos están la iguana de las Galápagos (*Amblyrhynchus cristatus*) característica de costas rocosas, que recurre al mar para alimentarse, y el

¿DE QUÉ SE TRATA?

La Antártida no fue siempre gélida ni estuvo siempre aislada de las otras masas continentales del hemisferio sur. En una época estuvo rodeada de aguas templadas en que vivían reptiles marinos cuyos restos fósiles ayudan a reconstruir aspectos del escenario evolutivo reptiliano.



Extensión y divisiones de la era mesozoica y lapsos en que vivieron cuatro de los principales reptiles predadores marinos de entonces, según se deduce de los fósiles. La franja gris indica el período del cual provienen los fósiles de reptiles marinos investigados por los autores. Las fechas indican millones de años antes del presente.

cocodrilo marino poroso (*Crocodylus porosus*) del noreste de Australia, Nueva Guinea e Indonesia, un buen nadador que frecuentemente ingresa en el mar para capturar peces o desplazarse de una zona a otra, pero vive mayormente en lagos o zonas pantanosas.

El número escaso de reptiles en los mares de hoy contrasta fuertemente con la gran diversidad de ellos durante el Mesozoico (entre 250 y 66 millones de años antes del presente, que incluye a los períodos Triásico, Jurásico y Cretácico), la era geológica en la cual un grupo de reptiles, los dinosaurios, dominaron los continentes y otros reptiles conquistaron exitosamente los mares de todo el mundo.

Durante la era mesozoica, hubo más de una docena de linajes de reptiles que vivieron en el mar, entre los cuales

los grupos más diversos, es decir, con mayor cantidad de especies, fueron los plesiosauros, los ictiosauros, los mosasaurios y las tortugas. Los tres primeros fueron los depredadores ubicados en la cúspide de la cadena alimentaria, que desempeñaban roles ecológicos similares a los que hoy corresponden a las orcas y los tiburones. Otro grupo destacable de depredadores marinos mesozoicos, con menor diversidad, fueron los cocodrilos metriorrínquidos, únicos cocodrilos completamente adaptados a la vida marina, que vivieron durante aproximadamente 60 millones de años, entre el Jurásico medio y el Cretácico temprano.

Entre las exigencias fisiológicas más importantes que el medio marino impone a los reptiles se encuentran la necesidad de volver repetidamente a la superficie para

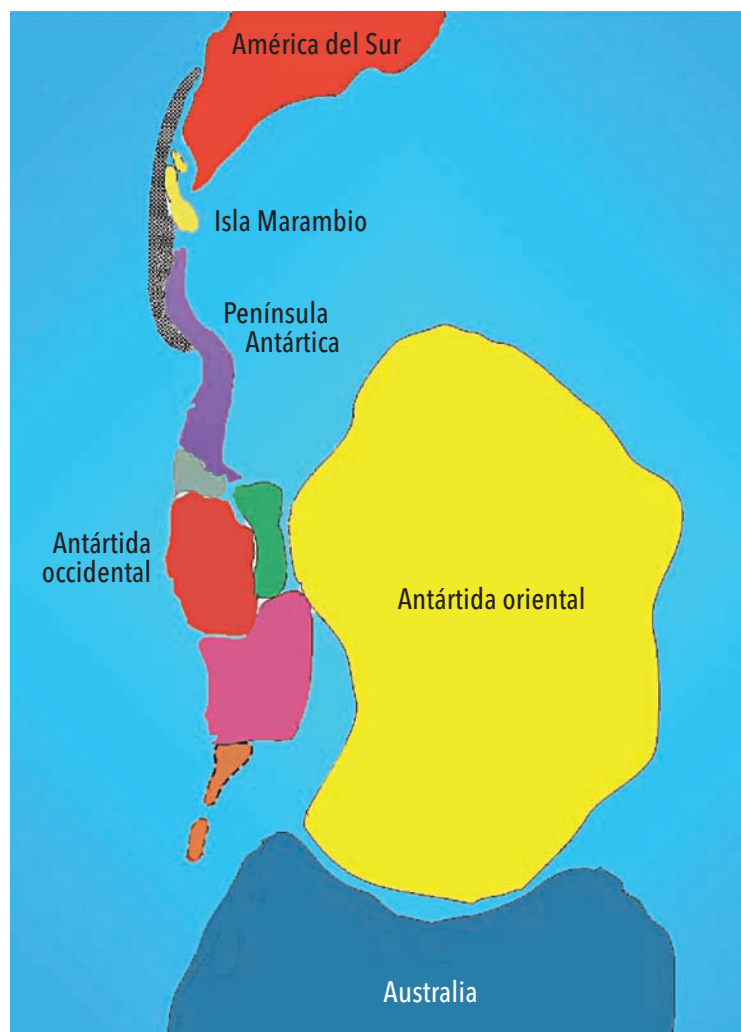
respirar, la búsqueda de cómo regular su temperatura corporal y la de deshacerse del exceso de sales para evitar la deshidratación. Debido a que los riñones de los reptiles tienen una capacidad más limitada que la de los mamíferos para eliminar dicho exceso de sales, aparecieron otros órganos que complementan en los reptiles esa función. En las formas actuales de reptiles marinos, distintas glándulas alojadas en la cabeza (denominadas por lo general *glándulas de la sal*) funcionan a ese efecto como falsos riñones.

En el interior de algunos cráneos de reptiles marinos extintos se reconocen los moldes naturales de dichas glándulas, por ejemplo, en cocodrilos jurásicos de Neuquén y en plesiosaurios cretácicos de América del Norte, como lo explica el artículo publicado en CIENCIA HOY en 2002 indicado en las lecturas sugeridas. Dichos hallazgos nos permiten suponer que en esos tiempos todos los linajes de grandes reptiles depredadores de mar abierto habrían adquirido la capacidad de eliminar el exceso de sal por glándulas de la misma clase, una adquisición clave para lograr la exitosa conquista del mar.

Otro de los mencionados factores limitantes para la vida marina de los reptiles es la regulación de la temperatura corporal. Prácticamente ningún reptil actual, a diferencia de los mamíferos y las aves, tiene mecanismos internos que controlen la temperatura de su cuerpo, la que varía en ellos con la del medio externo. Esto explica que las formas marinas actuales de reptiles habiten fundamentalmente aguas tropicales y subtropicales, pero está la mencionada excepción de la tortuga laúd gigante, que puede mantener relativamente constante la temperatura corporal independientemente de la del agua, algo que le permite habitar mares más fríos.

El registro fósil indica que durante el Mesozoico los reptiles marinos no estaban circunscriptos a las regiones tropicales y subtropicales, sino que también habitaban aguas templadas. Forman parte de ese registro los abundantes restos de plesiosaurios y mosasaurios del Cretácico (hace aproximadamente 70 millones de años) encontrados en la Antártida, y cuyos mares habrían sido templados en esos tiempos, cuya extensión continental tenía una fisonomía muy diferente de la actual, desprovista de hielos y fragmentada en un sector oriental y otro occidental.

Recientemente, a partir de estudios paleofisiológicos, se ha sugerido que dos de los mencionados linajes de reptiles marinos mesozoicos (ictiosaurios y plesiosaurios) habrían adquirido la capacidad de mantener la temperatura corporal constante y relativamente alta (del orden de los 35°C). Los mosasaurios también podrían haber tenido esa capacidad gracias a su gran tamaño y su resultante bajo cociente superficie/volumen, lo que indica que su cuerpo estaba aislado térmicamente del medio (de ahí que se hable de su *gigantotermia*).



Esquema de la Antártida durante el Cretácico tardío, hace unos 70 millones de años. Los colores indican las diferentes masas de tierra que había entonces alrededor del Polo Sur; llevan los nombres con que los conocemos en las posiciones en que se encuentran hoy, a las que llegaron desplazadas por la deriva continental.

De los tres linajes de depredadores topos indicados, solo los plesiosaurios y los mosasaurios vivieron hasta fines del Cretácico y desaparecieron con la extinción masiva de especies que marca el final de ese período, en la que se produjo el ocaso de los dinosaurios con excepción de las aves, un fenómeno vívidamente presente en la imaginación popular. Hoy, la más difundida de las hipótesis elaboradas para explicar dicha extinción es el impacto de un asteroide que habría sucedido en la península de Yucatán. Para el caso de los plesiosaurios y mosasaurios, una hipótesis alternativa (o complementaria) de las anteriores sostiene que su extinción fue gradual, y que estuvo vinculada con la extensa regresión entonces acaecida de los mares que cubrían los actuales continentes (o mares epicontinentales), la que habría llevado a la reducción de los hábitats marinos disponibles y, por lo tanto, puesto en marcha tal extinción.

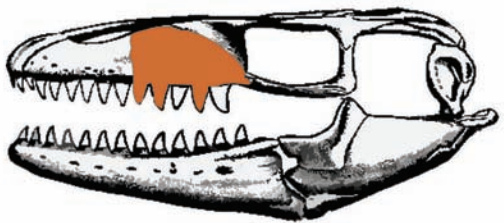
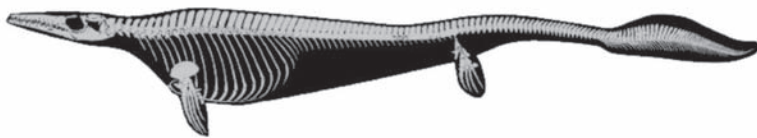
Los protagonistas: plesiosaurios y mosasaurios

Los plesiosaurios y mosasaurios no estaban estrechamente emparentados entre ellos ni con los dinosaurios. Los últimos eran reptiles continentales y, a pesar de haber sido tan diversos y exitosos, nunca invadieron el mar abierto. Los plesiosaurios tuvieron una historia evolutiva muy extensa: se conocen registros fósiles de ellos a lo largo de aproximadamente 135 millones de años, durante el Mesozoico. Eran reptiles marinos de tronco relativamente corto y rígido, con grandes placas óseas en el vientre. Su tamaño oscilaba entre unos 70cm y hasta 12m. Los huesos de sus miembros anteriores y posteriores tenían forma de paletas que usaban para nadar, algo que los hace fácilmente reconocibles entre los reptiles. Hubo plesiosaurios con cuello largo y otros con cuello corto. Entre los primeros, los *elasmosáuridos* tenían

el alargamiento más extremo: se han encontrado fósiles de ejemplares de 12m de largo, cuya cabeza no superaba los 50cm, y cuyo cuello formado por 71 vértebras representaba las dos terceras partes de esa longitud.

Los mosasaurios fueron lagartos marinos que tuvieron una historia evolutiva mucho más corta que la de los plesiosaurios, pues abarca los últimos 32 millones de años del Cretácico (aproximadamente entre hace 83 y 66 millones de años). El contorno de su cuerpo era muy diferente del de los lagartos actuales. Sus brazos y patas tenían forma de aletas, y sus fuertes colas estaban comprimidas lateralmente, con una aleta al final en las formas más evolucionadas. Ello sugiere que nadaban utilizando movimientos laterales de la cola como principal propulsión. Tenían varias hileras de dientes tanto en sus muy móviles mandíbulas como en su paladar, que les daban buena capacidad de capturar y deglutir sus presas.

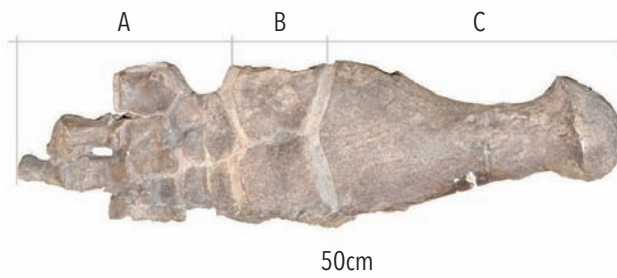
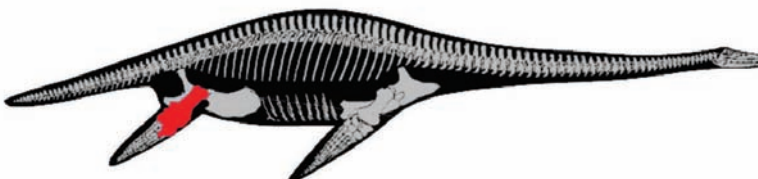
A pesar de su corta historia evolutiva, los mosasaurios fueron muy exitosos, diversos y abundantes, con formas



1m



Arriba. Fósiles de huesos y dientes correspondientes a un maxilar de mosasaurio recuperados en la isla Marambio, en la Antártida. La mancha ocre indica la ubicación de esas piezas en el cráneo y la silueta superior sugiere cómo era el animal completo.



Abajo. Fósil de fémur, tibia y tarso de un plesiosaurio encontrado en la isla Marambio, en la Antártida. La mancha roja indica la ubicación de ese hueso en una aleta posterior del animal. Las letras sobre el fósil indican sus partes: A tarso, B tibia y C fémur.

Los esquemas de los animales enteros no tienen escala, porque la información disponible no permite precisar cuánto medían.

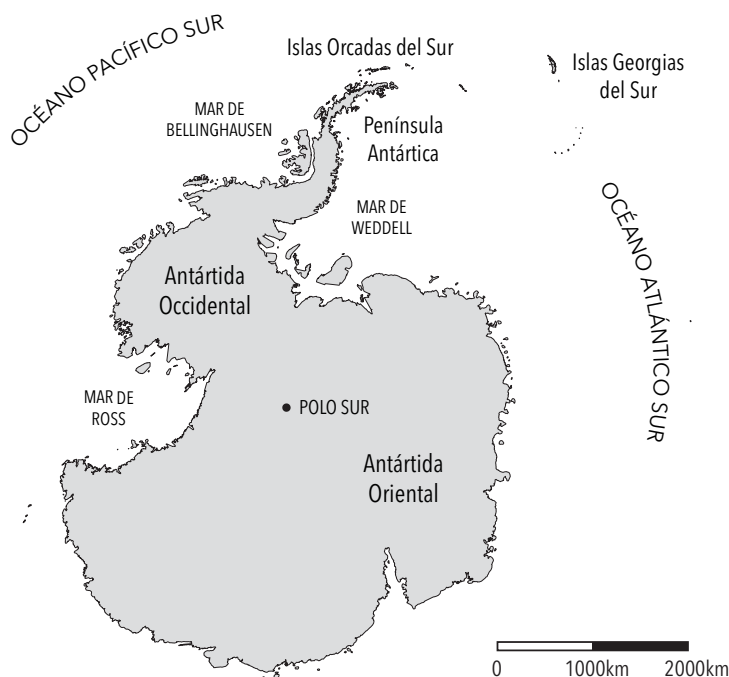
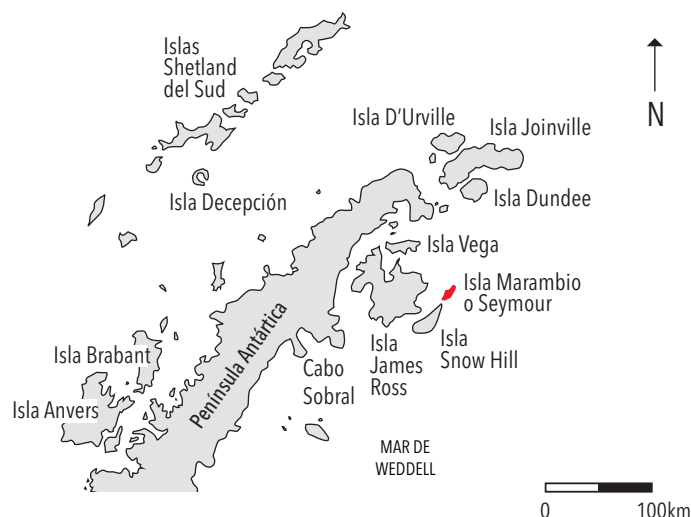
de hasta 12m de largo. A diferencia de los plesiosaurios, tenían cabezas relativamente grandes (podían superar 1m), con cuellos de no más de 7 vértebras (como prácticamente la totalidad de los mamíferos de hoy). El grupo presentaba una gran variedad de conformaciones dentarias y craneanas, lo que permite suponer que sus múltiples formas tenían gran diversidad de dietas, pues existieron mosasaurios que se alimentaban de pequeños peces, otros que consumían bivalvos y crustáceos con esqueletos externos duros, y también hubo entre ellos grandes depredadores oportunistas.

Los mosasaurios y plesiosaurios, lo mismo que otros grupos de reptiles marinos mesozoicos, eran vivíparos. Las madres retenían las crías en el interior de sus cuerpos hasta el nacimiento, lo que les permitía permanecer en el mar aun para reproducirse, lo cual, sumado a su buena capacidad para nadar, permitió su amplia distribución geográfica, como lo testimonian sus restos fósiles hallados en todos los continentes, incluyendo la Antártida.

Campañas paleontológicas en la Antártida

La instalación en una isla cercana al extremo norte de la península antártica por la Fuerza Aérea argentina, en 1969, de la base Vicecomodoro Marambio, con una latitud de 64° sur (es decir, aproximadamente 2° al norte del círculo polar), abrió para los investigadores del país la posibilidad de emprender actividades científicas en ese continente. En la década de 1970, al realizarse trabajos de relevamiento geológico vieron la luz los primeros restos de reptiles marinos encontrados en la Antártida. Desde entonces, las exploraciones paleontológicas, centradas principalmente en la isla James Ross, han sido muy prolíficas. Los fósiles encontrados allí documentan los episodios previos a uno de los períodos más críticos en la historia de la vida en nuestro planeta, como la mencionada extinción masiva de grandes linajes de reptiles, entre ellos los dinosaurios (a excepción de las aves), que fue seguida (siempre en tiempos geológicos) de la gran diversificación de los mamíferos. Durante las últimas cuatro décadas se realizaron regularmente campañas de verano en búsqueda de restos fósiles en las que participaron investigadores del Museo de La Plata y del Instituto Antártico Argentino.

Si bien las aguas antárticas de hace 70 millones de años eran más frías que aquellas en que habitan los actuales reptiles marinos, la comentada capacidad de los plesiosaurios y mosasaurios de mantener una temperatura interna relativamente alta y, por lo tanto, tener una actividad metabólica también alta les habrían permitido habitar los mares antárticos de entonces. Los fósiles de



El extremo norte de la península antártica y la ubicación de la base Marambio, y el continente antártico en la actualidad.

estos reptiles recuperados de los extensos afloramientos rocosos cretácicos en las islas Ross, Vega y Marambio dan testimonio de que eran abundantes y diversos. Se han recuperado pequeñas vértebras y otros huesos de mosasaurios y plesiosaurios que, por su tamaño y características, indican que pertenecieron a recién nacidos, lo cual permite suponer que durante el Cretácico estos reptiles marinos no solo habitaron los mares antárticos sino que también se habrían reproducido allí. Aunque con frecuencia esos fósiles son fragmentarios, tomarlos como piezas de un rompecabezas permite esbozar los escenarios evolutivos en que los plesiosaurios y mosasaurios



Trabajo de recuperación de fósiles en la isla Marambio.

sauros del hemisferio sur vivieron las últimas etapas de su historia.

Los más abundantes fósiles coleccionados hasta el presente corresponden a plesiosaurios. Los mosasaurios antárticos, a pesar de ser menos abundantes que los plesiosaurios, fueron muy diversos en los mares del actual continente blanco hace aproximadamente entre 83 y 66 millones de años. Se han hallado fósiles que documentan la presencia de al menos tres linajes diferentes. Uno de los mosasaurios más frecuentes recuperados de Antártida es *Prognathodon*, algunos de los cuales podrían llegar a medir entre 6 y 10m de longitud.

Las prospecciones paleontológicas de los dos últimos años en Marambio fueron muy exitosas, pues incluyeron la identificación de más de medio centenar de ejemplares de plesiosaurios y mosasaurios. Son resultados que demuestran el alto potencial fosilífero de la isla. Parte de esos ejemplares están en preparación para su estudio. Son fósiles particularmente interesantes dado que

documentan el último intervalo en el que vivieron los plesiosaurios y mosasaurios, y dan cuenta de su gran diversidad y abundancia previas al tiempo de su extinción.

Aún son muchos los interrogantes que no podemos responder sobre los últimos episodios de la historia de estos monstruos marinos. Las prospecciones periódicas que se desarrollan en la Antártida nos permitirán develar algunos de estos interrogantes. Las evidencias que se reunieron hasta hoy indican que, por lo menos en el extremo más austral del planeta, no parece haber habido una disminución gradual de la abundancia de plesiosaurios y mosasaurios hacia fines del Cretácico, y que su extinción podría haber sido, al igual que la de los dinosaurios, debida a causas catastróficas. **CH**

Tapa. Interpretación de la vida marina hace 70 millones de años en los mares antárticos. Un mosasaurio Prognathodon ataca a un plesiosaurio elasmosáurido juvenil. Dibujo Jorge González.

LECTURAS SUGERIDAS

- BARDET N et al.**, 2014, 'Mesozoic marine reptile palaeobiogeography in response to drifting plates', *Gondwana Research*, 26, 3-4: 869-887. doi 10.1016/j.gr.2014.05.005.
- FERNÁNDEZ MS & GASPARINI Z**, 2012, 'Campanian and Maastrichtian mosasaurs from Antarctic Peninsula and Patagonia, Argentina', *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 183, 2: 93-102.
- FERNÁNDEZ MS**, 2002, 'En los mares de la Araucanía. Ictiosaurios jurásicos de la Patagonia', *CIENCIA HOY*, 71: 22-29.
- NOVAS FE et al.**, 2014, '*Lakumasaurus antarcticus*, n. gen. et sp., a new mosasaur (Reptilia, Squamata) from the Upper Cretaceous of Antarctica', *Ameghiniana*, 39, 2: 245-249.
- O'GORMAN JP et al.**, 2013, 'Postcranial morphology of *Aristonectes* (Plesiosauria, Elasmosauridae) from the Upper Cretaceous of Patagonia and Antarctica', *Antarctic Science*, 25, 01: 71-82.
- REGUERO M et al.**, 2013, *Late Cretaceous/Paleogene West Antarctica Terrestrial Biota and its Intercontinental Affinities*, Springer, Dordrecht.



Marta S Fernández

Doctora en ciencias naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Investigadora principal del Conicet en el Museo de La Plata. Profesora adjunta, FCNYM, UNLP.



Marcelo Reguero

Doctor en ciencias naturales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Investigador del Instituto Antártico Argentino y del Museo de La Plata. Profesional principal del Conicet.